УДК 004.02

И.И. Сальников
Пензенская государственная технологическая академия, г. Пенза, Россия
iis@pgta.ac.ru

Применение функции выбора при оптимизации параметров проектируемой сложной информационной системы

Работа посвящена описанию метода выбора средств реализации телевизионной технической системы охраны, которая является сложной информационной системой. Современные цифровые средства позволяют перенести обработку изображений с целью обнаружения и распознавания нарушителей непосредственно в телекамеру, которая из обычной превращается в интеллектуальный телевизионный датчик. В работе оценивается сложность устройств, входящих в состав интеллектуального телевизионного датчика. Разработан метод выбора средства реализации алгоритмов обработки изображений на основе анализа функции выбора, зависящей от различных параметров.

Введение

Современные телевизионные технические средства охраны (ТВ ТСО) содержат в себе не только телекамеры как средства формирования изображений, но и различного рода обнаружители новых изображений, детекторы движений, а также средства анализа визуальной обстановки для распознавания изображений объектов. В последнее время в связи с успехами развития цифровых методов обработки сигналов наметилась тенденция перенесения средств обработки в каждую телекамеру. Расширение функциональных возможностей телекамер в составе ТВ ТСО позволяет говорить об интеллектуальном телевизионном датчике (ИТВД), который предназначен для принятия решения о наличии нарушителя в охраняемой зоне по результатам анализа телевизионного изображения.

При проектировании сложных информационных систем, к которым относятся ТВ ТСО, существует проблема выбора и оптимизации параметров, которые напрямую зависят от средств реализации проектируемой информационной системы (ИС). На начальном этапе необходимо определить и обосновать структурную схему ИС, определить режимы ее работы, условия эксплуатации. В состав структурной схемы ТВ ТСО должны входить следующие **основные блоки:** система сбора и обработки информации (ССОИ); устройства формирования радиоканала; интеллектуальные телевизионные датчики ИТВД.

Далее определяются основные **технические характеристики** системы, которые для ТВ ТСО могут быть следующими: число ИТВД; скорость передачи информации по каналам связи между ИТВД и ССОИ; время автономной работы всей системы; потребляемая мощность ИТВД; потребляемая мощность ССОИ; вероят-

ность правильного обнаружения; вероятность ложной тревоги; дальность действия ИТВД; пространственный объем охраняемой зоны.

Формулируются режимы работы, условия эксплуатации системы, которые будут влиять на результат оптимизации параметров устройств, входящих в систему. Для ТВ ТСО эти условия могут быть следующие: охраняемая зона – открытое место; окружающий фон – природный ландшафт; условия освещенности – естественное освещение в течении суток; питание системы – аккумуляторное; время автономной работы – более 3-х суток; минимальная вероятность ложной тревоги; максимальная вероятность правильного обнаружения.

Названный выше состав структурной схемы ТВ ТСО, основные технические характеристики, условия работы и эксплуатации системы определяют **многопараметрические и разнородные условия**, при которых необходимо спроектировать ИС. Для формализации задачи выбора и обоснования средств и характеристик реализации проектируемой ИТВ ТСО, конкретизации и использования количественного описания процесса обоснования выбора, необходимо ввести обобщенную характеристику системы, которая учитывала бы различные варианты построения системы, варианты программного обеспечения и используемые устройства, реализующие заданные функции системы. В качестве такой характеристики предлагается использовать **сложность информационной системы** – $C_{ИС}$.

Сложность информационной системы

Сложность является обобщенной характеристикой, имеющей признаки ***субъективизма***. Влияние сложности $C_{ИС}$ на основные характеристики ТВ ТСО будет заключаться в следующем:

– число ИТВД будет влиять на длину закрываемого периметра и чем большее количество ИТВД, тем сложность системы выше;

– скорость передачи информации по каналам связи между ИТВД и ССОИ определяется сложностью системы, для увеличения скорости передачи данных в системе необходимо увеличивать сложность системы;

– время автономной работы всей системы определяется потребляемой мощностью и емкостью используемых аккумуляторов;

– потребляемая мощность ИТВД растет с увеличением сложности системы и при заданном типе аккумуляторов время автономной работы $T_{АР}$ будет уменьшаться;

– вероятность правильного обнаружения должна увеличиваться с ростом сложности системы, когда используются более сложные алгоритмы обнаружения;

– вероятность ложной тревоги должна уменьшаться с ростом сложности системы, когда используются более сложные алгоритмы обнаружения с элементами распознавания образов;

– дальность действия ИТВД должна увеличиваться с ростом сложности;

– пространственный объем охраняемой зоны также должен увеличиваться с ростом сложности системы.

Таким образом, время автономной работы системы уменьшается при увеличении потребляемой мощности, которая растет с ростом сложности как системы в целом, так и отдельных устройств.

Обобщенная структурная схема ИТВД

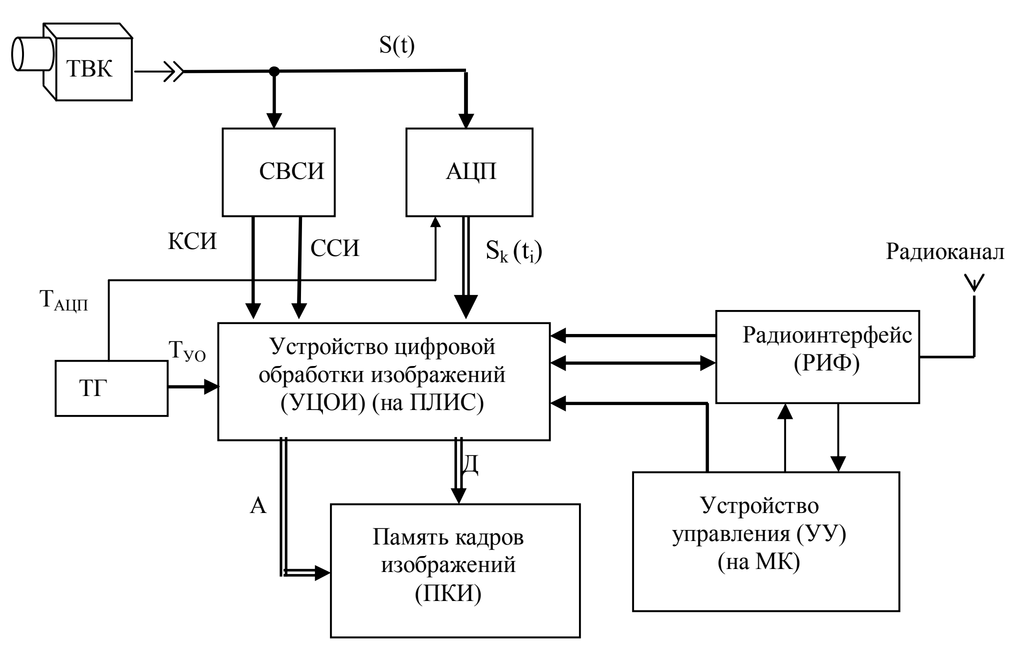


Рисунок 1 – Структурная схема ИТВД

ИТВД должен включать в себя следующие необходимые устройства:

ТВК – телевизионная камера. Формирует видеосигнал *S(t)* в вещательном стандарте. Должна работать по управляющему сигналу от УУ. При этом должна включаться на считывание заданного числа кадров изображения или для непрерывной работы в зависимости от режима;

СВСИ – схема выделения синхроимпульсов из полного видеосигнала – кадровые синхроимпульсы (КСИ) и строчные синхроимпульсы (ССИ);

АЦП – аналого-цифровой преобразователь, формирует отсчеты входного видеосигнала и поток кодов $S_k(t_i)$ входного изображения;

ТГ – тактовый генератор с программируемой частотой импульсной последовательности;

УЦОИ – устройство цифровой обработки изображения. Реализуется либо на программируемой логике (ПЛИС), либо на микроконтроллере (МК) и предназначено для анализа и преобразования изображения с ТВК;

РИФ – радиоинтерфейс. Предназначен для связи с системой сбора и обработки информации (ССОИ), используется для передачи сигналов тревоги, результата контроля и изображений на ССОИ, а также для приема управляющих сигналов;

ПКИ – память кадров изображений, используется для формирования и анализа разностного кадра для обнаружения наличия нарушителя;

УУ – устройство управления. Реализуется или на МК или на ПЛИС. Предназначено для управления всеми устройствами ИТВД, задания режимов их работы и задания параметров.

Приведенная структурная схема (рис. 1) предполагает размещение всех устройств ИТВД внутри ТВК или в виде единого модуля с ТВК. Важнейшей характеристикой такого ИТВД является время автономной работы $T_{\text{АР}}$ при заданном типе аккумуляторных источников питания.

Режимы работы ИТВД

Режимы работы ИТВД задаются от ССОИ с помощью соответствующего программного обеспечения путем передачи по радиоканалу управляющих кодов. Режимы работы ИТВД могут быть следующими.

1. Непрерывная передача изображения в течении заданного времени с заданной частотой – 8; 4; 2; 1 Гц.

2. Запись заданного числа стоп-кадров и передача их в ССОИ.

3. Непрерывный режим обнаружения нового изображения в виде формирования разностного кадра и его анализ с задачей принятия решения о наличии нарушителя. От ССОИ задается скважность работы ТВК: от $Q_{\text{ТВК}} = 2$ (частота кадров – 25 Гц) до $Q_{\text{ТВК}} = 50$ (частота кадров – 1 Гц).

4. Формирование сигнала тревоги и передача его вместе с разностным кадром на ССОИ.

5. Прием сигнала тревоги от датчика первичного обнаружения (ДПО) нетелевизионного типа, включение ТВК, анализ разности кадров и принятие решения о нарушителе.

6. Передача от ССОИ маски с выделенными охраняемыми участками. Обнаружение нарушителей в заданных участках.

7. Тестирование состояния ИТВД по запросу от ССОИ и передача результата тестирования.

8. Контроль состояния аккумуляторной батареи и передачи результата контроля на ССОИ.

Режимы в ИТВД реализуются с помощью передачи от ССОИ и записи управляющие регистры соответствующих кодов.

Требования к отдельным устройствам

Телевизионная камера. Для ИТВД вполне можно использовать черно-белую ТВК, работающую в вещательном стандарте. При выборе ТВК необходимо учесть наличие режима ожидания или лучше сделать управляемый ключ для включения питания.

Может оказаться, что ТВК будет являться основным потребителем электроэнергии от аккумулятора. ТВК на ПЗС-матрице потребляет в среднем 200 мА при 12 В, т.е. 2,4 Вт. Поэтому важна **скважность работы** ТВК $Q_{\text{ТВК}}$, которая показывает во сколько раз период работы ТВК больше времени включения $Q_{\text{ТВК}} = 1 \div 50$. При $Q_{\text{ТВК}} = 50$ и времени формирования кадра $T_{\text{кадра}} = 20$ мс частота чтения кадров $f_{\text{кадров}} = 1$ Гц, что должно хватить для обнаружения движущегося нарушителя в зоне охраны. Например, при максимальной скорости движения нарушителя $V_{max} = 10$ м/сек и ширине зоны охраны $L_З = 20$ м, время пересечения $t_{\text{н}} = \frac{L_{\text{з}}}{V_{\max}} = \frac{20}{10} = 2$ сек., что при частоте $f_{\text{кадров}} = 1$ Гц позволяет сформировать 2 кадра. При скважности $Q_{\text{ТВК}} = 50$ средняя потребляемая мощность ТВК на ПЗС-матрице будет равна 0,05 Вт.

Лучшие результаты можно получить при использовании ТВК на базе КМОП-сенсоров, которая потребляет в среднем 50 мА при 5 В, т.е. 0,25 Вт. Тогда с использованием скважности $Q_{\text{ТВК}} = 50$ можно уменьшить среднюю потребляемую мощность до 5 мВт.

Как оценить сложность – $C_{\text{ТВК}}$? Примем ТВК с наименьшей сложностью на основе ПЗС-матрицы при непрерывной работе. Потребляемую мощность ТВК учтем с помощью коэффициента

$$K_{\text{ТВК}} = \frac{W_{\max.\,\text{потр}}}{W_{\text{потр}}}, \quad (1)$$

где $W_{\max\ \text{потр}}$ = 5 Вт – максимальная потребляемая мощность ТВК на базе ПЗС-матрицы. Тогда с учетом приведенных выше характеристик сложность ТВК будет оцениваться значениями:

$$C_{\text{ТВК}} = K_{TBK} Q_{\text{ТВК}} = 1 \div 500. \quad (2)$$

Сложность телекамеры $C_{\text{ТВК}}$ должна войти в функцию выбора в ту часть, которая уменьшается с ростом сложности. То есть, чем выше сложность телекамеры, тем меньше потребляемая мощность. Так как с системной точки зрения ТВК – устройство, формирующее видеоизображение в вещательном стандарте, т.е. с заданным числом строк и элементов в строке с частотой полукадров $f_{\text{к}}$ = 50 Гц.

При оптимизации параметров ИТВД можно только выбрать ТВК с минимальным потреблением мощности и уменьшить время включения ТВК. Эти операции приведут к росту сложности ТВК, но за счет этого будет достигнуто уменьшение потребляемой мощности.

Сложность телекамеры $C_{\text{ТВК}}$ должна войти в сложность информационной системы в виде слагаемого со сложностями других устройств и со своим весовым коэффициентом $q_{\text{ТВК}}$.

Аналого-цифровой преобразователь. С системной точки зрения АЦП – это устройство, которое формирует n-разрядный код за некоторый интервал следования отсчетов элементов растра по строке $T_{\text{ТВ.ЭЛ.}}$ Для вещательного стандарта формирования видеосигнала длительность активной части строки $T_{\text{СТР}}$ = 51 мкс при периоде следования строк 64 мкс. При этом максимальная частота в спектре видеосигнала F_{max} = 6,5 МГц. В соответствии с теоремой Котельникова минимальный период следования отсчетов должен быть равен: $T_{\text{ТВ.ЭЛ.}}$=1/2 F_{max}=75 мс. Это соответствует числу элементов в пределах активной части строки: $N_{\text{ТВ.ЭЛ.}} = \frac{T_{CTP}}{T_{TB.ЭЛ.}} = 768$. Для $N_{\text{ТВ.ЭЛ.}}$= 512 $T_{\text{ТВ.ЭЛ.}}$=100нс.

Современные АЦП характеризуются временем преобразования $t_{\text{прб}} << T_{\text{ТВ.ЭЛ.}}$, которое можно учесть при оценке сложности АЦП. При этом следует учесть основной тактовый период $T_{\text{о}}$, для которого $t_{\text{прб}} >> T_{\text{о}}$ и $T_{\text{ТВЛ.ЭЛ.}} >> T_{\text{о}}$. Тогда:

$$C_{\text{АЦП.}} = \frac{T_o^2}{t_{\text{прб}} T_{TB.ЭЛ}} n_{\text{АЦП}} = \frac{n_{\text{АЦП}} T_o^2 N_{\text{ТВ.ЭЛ,}}}{t_{\text{прб}} T_{CTP}}, \quad (3)$$

где $n_{\text{АЦП}}$ – разрядность АЦП. С уменьшением $t_{\text{прб}}$ и ростом $n_{\text{АЦП}}$ сложность АЦП растет, также будет расти и потребляемая мощность.

Память кадров изображения (ПКИ) предназначена для запоминания текущих кадров и сохранения их для последующего использования в виде:

– сравнения текущего и предыдущего кадров;
– формирования стоп-кадров для просмотра события нарушения и архивации истории нарушения;
– хранения сжатых изображений.

С системной точки зрения чем выше объем ПКИ, тем сложнее ИТВД, тем больше функциональных возможностей открывается при реализации алгоритмов анализа изображений.

При оценке сложности ПКИ число запоминаемых кадров n_k, число элементов в кадре $N_{ЭЛ.К.}$, коэффициент сжатия $K_{СЖ}$, период следования отсчетов видеосигнала $T_{ТВ.ЭЛ.}$, время обращения к памяти $t_{обр}$ и основной тактовой период $T_{о}$:

$$C_{ПКИ} = \frac{n_{К} K_{СЖ} T_{o}^{2}}{t_{обр.} T_{ТВ.ЭЛ.}} \ln N_{ЭЛ.К.} \quad (4)$$

С ростом сложности ПКИ будет расти потребляемая мощность.

Устройство управления (УУ) предназначено для выполнения команд, поступающих через радиоинтерфейс от ССОИ. При этом УУ формирует управляющие сигналы для различных модулей, входящих в ИТВД. УУ выполняет роль управляющего автомата, где каждому режиму работы ИТВД соответствует набор сигналов управления. При реализации УУ возможны подходы.

1. Реализация УУ через команды от ССОИ. В этом случае команды представляют собой короткие коды, например, номер режима, а УУ должно выполнить дешифрирование команды и формирование управляющих сигналов (рис. 2).

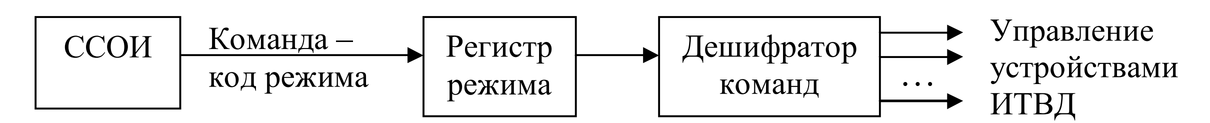


Рисунок 2 – Управление через коды режимов

Для этого подхода характерно минимально возможное время передачи команд от ССОИ, но при этом от ССОИ невозможна реализация какого-либо режима, непредусмотренного заранее в ИТВД, а необходимость в котором возникла в процессе эксплуатации системы.

2. Реализация УУ через микрокоманды от ССОИ. В данном варианте от ССОИ передается набор кодов, который представляет собой микрокоманду, каждый разряд которой управляет различными устройствами ИТВД. При этом в ИТВД реализуется только запоминание микрокоманды в регистрах (рис. 3). Сами микрокоманды формируются в ССОИ, что дает возможность оперативно изменять режимы работы ИТВД в процессе эксплуатации.

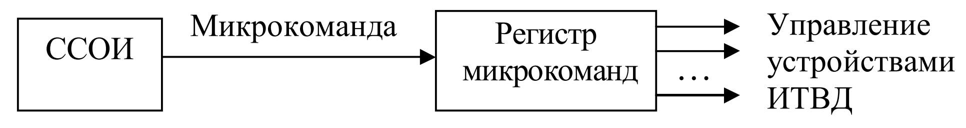


Рисунок 3 – Управление через микрокоманды

УУ может быть реализовано любыми средствами систем ЦОИ: программными на базе ЭВМ, на основе микроконтроллеров и на программируемой логике. Сложность УУ можно оценить по сложности алгоритма или по времени формирования управляющих сигналов. При этом необходимо учесть следующие параметры: число управляющих сигналов $N_{УС}$, период основной тактовой последовательности T_0, разрядность управляющей команды $n_{ук}$ (например, при $n_{ук} = 8$ возможно 256 режимов работы ИТВД).

С точки зрения алгоритмов управления каждый режим ИТВД, включаемый от ССОИ, содержит последовательность действий, которая может быть различной и зависит от управляющего алгоритма. Основной характеристикой УУ можно считать время формирования управляющих сигналов для устройств, входящих в ИТВД.

1. Наименьшим быстродействием будет обладать реализация алгоритма управления программными средствами (ПС). При этом основными операциями можно считать:

– ввод управляющей команды (рис. 2);

– формирование обращения адреса к таблице, формирующей один или группу управляющих сигналов;

– последовательный вывод управляющих сигналов.

2. Наибольшим быстродействием будет обладать реализация УУ на программируемой логике (ПЛ). В этом случае можно сформировать все управляющие сигналы за 1 такт T_0, используя для этого комбинационную логику в виде управляющего автомата. При этом сложность УУ должна возрасти, так как существенно возрастает количество логических элементов. Также возрастет и потребляемая мощность.

Сложность УУ должна расти с ростом числа управляющих сигналов $N_{\text{УС}}$, а с ростом числа разрядов в управляющем коде $n_{\text{ук}}$ сложность УУ должна уменьшаться. Например, при $n_{\text{ук}} = 8$ необходимо использовать дешифратор команды (рис. 2), реализованный либо на основе ПС, либо на ПЛ, а при $n_{\text{ук}} = 16 \div 64$ можно реализовать микрокомандный метод управления (рис. 3). То есть чем ближе метод управления к микрокомандному, тем сложность УУ должна уменьшаться и в пределе при $n_{\text{ук}} = N_{\text{УС}}$, $C_{\text{УУ}} = 1$. Для командной реализации метода управления потребуется дешифратор команды или соответствующая программа, что характеризует увеличение сложности.

С другой стороны, чем меньше время формирования управляющих сигналов $T_{\text{ФУС}}$, тем выше должна быть сложность УУ, приближаясь к параллельному методу формирования управляющих сигналов, реализованному на ПЛ. Время $T_{\text{ФУС}}$ необходимо пронормировать по периоду T_0 основных тактовых импульсов. Предлагается следующая эмпирическая формула сложности УУ:

$$C_{УУ} = \frac{N_{\text{УС}} \cdot T_0}{\text{n}_{\text{ук}} \cdot T_{\text{ФУС}}}. \qquad (5)$$

Из (5) следует, что сложность УУ, реализованного на ПЛ, использующая микропрограммное управление, будет равна $C_{\text{УУ}} \approx 1$, так как $n_{\text{ук}} = N_{\text{УС}}$, $T_{\text{ФУС}} = T_0$. Сложность УУ, реализованного на основе ПС, использующая командное правление, будет минимальной, так как $T_{\text{ФУС}}$ возрастет и будет определяться выражением: $T_{\text{ФУС}} = \text{N}_{\text{УС}} \cdot T_0 \cdot (2 \div 4)$, то есть каждый управляющий сигнал формируется за 2÷4 операции в программе. Таким образом:

$$C_{УУ}^{(ПС)} = \frac{1}{n_{\text{ук}}(2 \div 4)} << 1.$$

Параметры $C_{\text{ТВК}}$, $C_{\text{АЦП}}$, $C_{\text{ПКН}}$, $C_{\text{УУ}}$ определяют аппаратную сложность ИТВД. В устройстве цифровой обработки изображения (ЦОИ) в качестве характеристики сложности будет выступать сложность алгоритма $\text{С}_{\text{ЦОИ}}$, то есть алгоритмическая или функциональная сложность ИТВД.

Для оценки сложности ИТВД необходимо объединить характеристики сложности устройств. В качестве такого объединения предлагается сумма сложностей с весовыми коэффициентами q_i , которые назначаются эвристически:

$$C_{ИС} = \sum_i q_i \cdot C_i \ . \qquad (6)$$

Предложенные характеристики системы можно разделить на две части, которые противодействуют друг другу: значения части характеристик увеличиваются с ростом сложности системы $C_{ИС}$, а другой части – уменьшаются с ростом $C_{ИС}$. Характеристики, значение которых увеличивается с ростом сложности системы: объем охраняемой зоны – $Q_{ОЗ}$; вероятность правильного обнаружения – $P_{ПРАВ}$; скорость передачи информации – V_I. Эти характеристики назовем **информационными характеристиками системы** $H_{ИС}$.

Вероятность ложной тревоги $P_{ЛТ}$ связана с вероятностью правильного обнаружения $P_{ПРАВ}$, а потребляемая мощность информационной системы $W_{ИС}$ напрямую влияет на время автономной работы $T_{АР}$, поэтому их мы не будем включать в качестве независимых аргументов в функцию выбора, а оставим только $H_{ИС}$ и $T_{АР.}$

Таким образом, время автономной работы системы будет уменьшаться при увеличении потребляемой мощности, которая растет с ростом сложности как системы в целом, так и отдельных устройств. То есть, чем больше аппаратных затрат, тем меньше времени автономной работы системы при заданной емкости аккумулятора.

Критерий выбора средств реализации ИТВД

При проектировании сложных ИС решается задача выбора средств реализации, так как в современных условиях эти средства могут быть самыми разнообразными. При этом для объективного выбора и обоснования этого выбора необходимо использовать количественную оценку характеристик ИС, которые увязаны в некоторую функцию выбора.

Функция выбора средства реализации модели информационной системы $\beta_{ИС}$ определяет зависимость информационных характеристик системы $H_{ИС}$ и времени автономной работы $T_{АР}$ от сложности системы и позволяет определить оптимальное значение сложности системы $C_{ИС,\text{опт}}$ при заданных параметрах устройств, входящих в информационную систему.

Функция выбора средства реализации модели информационной системы $\beta_{ИС}^{(М)}$ будет иметь минимальное значение, соответствующее оптимальному значению сложности системы $C_{ИС,\text{опт}}$ (рис. 4) при заданной емкости аккумулятора $E_А$.

С одной стороны, время автономной работы системы при заданной или выбранной емкости аккумулятора $T_{АР}$ зависит от потребляемой мощности и от сложности системы. С другой стороны, информационные характеристики системы $H_{ИС}$ также определяются сложностью системы.

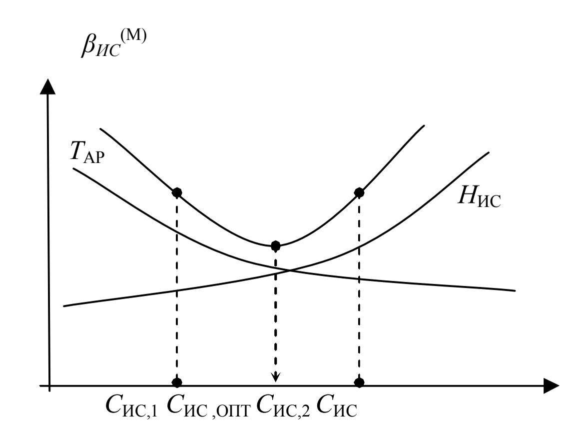


Рисунок 4 – Функция выбора средств реализации ИС

Оптимальная сложность $C_{ИС,ОПТ}$ – это значение сложности ИС при заданной емкости аккумуляторов $E_А$, когда достигается максимальное значение информационной характеристики $H_{ИС}$ при максимальном значении $T_А$. Из рис. 1 следует, что для заданной емкости аккумулятора:
при

$$C_{ИС} = C_{ИС,2}; \quad \frac{d\beta}{dC_{ИС}} > 0,$$

то есть не выполняется условие автономной работы по времени; а при $C_{ИС} = C_{ИС,1}$; $\frac{d\beta}{dC_{ИС}} < 0$ – время автономной работы больше, чем требуется. Это резерв, при котором можно увеличить сложность, увеличив информационные характеристики системы.

Аналитический вид функции выбора средства реализации ИС $\beta_{ИС}^{(M)}(C_{ИС})$ может быть различным. Для нашего случая функцию выбора удобнее взять в виде зависимости, вид которой показан на рис. 4 – с наличием минимального значения, которое будет достигаться при оптимальном значении сложности. Для формирования функции выбора используем экспоненциальные зависимости – растущую и падающую, которые в сумме дадут нам искомый вид функции выбора (рис. 4).

Аналитическая зависимость функции выбора средства реализации модели ИС от сложности системы будет иметь вид:

$$\beta_{ИС}^{(M)}(C_{ИС}) = e^{K_H C_{ИС}} + e^{-K_{АР} C_{ИС}} - 1, \tag{7}$$

где $K_Н$ – коэффициент, учитывающий информационные характеристики системы и зависящий от сложности системы; $K_{АР}$ – коэффициент, учитывающий емкость аккумулятора, потребляемую мощность и время автономной работы ИС.

Средства реализации информационных преобразователей, входящих в ИС, определим в виде следующего множества:
– ПЛ (или ПЛИСы) – программируемая логика (или программируемые логические интегральные схемы), используется для аппаратной реализация функций ИС;
– СП – сигнальные процессоры, включая многоядерные, имеющие в своем составе АЛУ, ПЗУ, ОЗУ, АЦП, функциональные преобразователи, вычислители с плавающей запятой;
– МК – микроконтроллеры, которые имеют в своем составе АЛУ, ПЗУ, ОЗУ – это дешевые средства реализации, которые выполняют функции управления – включение-выключение интерфейсов, внешних устройств;

– ПС – программные средства, требуют универсальную ЭВМ с установленным необходимым программным обеспечением.

Критерий выбора средства реализации будет заключаться в следующем: диапазон изменения значений функции выбора $\beta_{ИС}^{(M)}$ разбивается на 4 зоны, соответствующие каждому средству реализации;

– по конкретным значениям исходных параметров ИС рассчитывается сложность $С_{ИС}$ и по формуле (7) рассчитывается значение функции выбора для конкретной ИС;

– попадание значения функции выбора в соответствующие зоны функции выбора модели ИС дает рекомендованные средства реализации информационной системы.

Важное значение при реализации ИС имеет быстродействие, которое можно учесть в виде **коэффициента реального времени** $K_{РВ}$. Для выбора средства реализации выполняется равномерное разделение диапазона значений функции выбора на 4 зоны (рис. 5). Первая зона – ПС (0-0,25), $K_{РВ}$ мал ($K_{РВ}$<<1), система работает с задержкой.

Вторая зона – МК (0,25-0,5), $K_{РВ}$ имеет среднее значение.

Третья зона – СП (0,5-0,75), $K_{РВ}$ имеет большое значение.

Четвертая зона – ПЛ (0,75-1,0), $K_{РВ}$ имеет значение, близкое к максимальному, то есть 1, что означает работу ИС в реальном времени.

Для этого варианта чем больше сложность системы и больше время автономной работы системы, тем большее быстродействие системы можно обеспечить. Сформулируем требования к функции выбора:

– значения функции выбора $\beta_{ИС}^{(M)}(C_{ИС})$ должны изменяться в пределах (0;1);

– функция выбора должна иметь минимум;

– значение емкости аккумулятора $E_А$ должно смещать минимум по оси сложности, но не изменять значения функции выбора в минимуме. На рис. 5 для $H_{ИС} = const2$ $E_{А,3}>E_{А,2}>E_{А,1}$;

– смещение минимума по оси ординат должно зависеть от информационной характеристики системы $H_{ИС}$.

Графики, построенные на рис. 5, соответствуют модели информационной системы с параметрами $E_А$, $H_{ИС}$, $C_{ИС}$. Разработав модели ИС и учтя в них соответствующие зависимости, строятся группы графиков функции выбора:

$$\beta_{ИС}^{(M)} = \beta_{ИС}^{(M)}\{E_A, H_{ИС}, С_{ИС}\}. \tag{8}$$

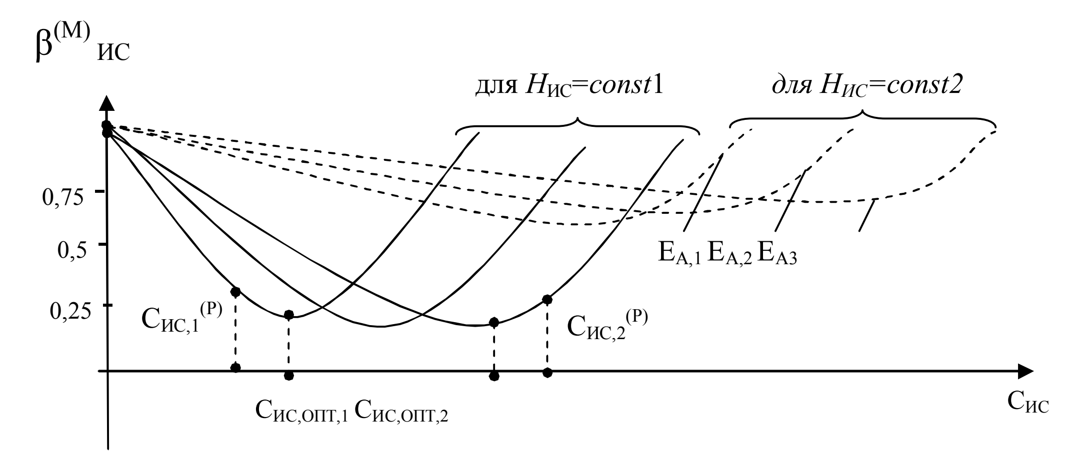


Рисунок 5 – Семейство функций выбора для различных значений емкости аккумулятора

Последовательность выбора средства реализации ИС

1. Для реальной системы определяется значение функции выбора $\beta_{ИС}^{(Р)}$ в зависимости от заданной емкости аккумулятора $E_А$, информационных характеристик системы и сложности конкретного способа реализации.

2. Определяется сложность $C_{ИС}^{(P)}$ – реальной системы.

3. Проверяется по графикам (рис. 5) для модели ИС соответствие или близость к оптимальному значению сложности $C_{ИС,ОПТ}$:

– если $C_{ИС}^{(P)}$ слева от $C_{ИС,ОПТ}^{(M)}$; $C_{ИС,1}^{(P)} < C_{ИС,ОПТ,1}^{(M)}$, то это означает, что заданный аккумулятор недогружен, и можно уменьшить его емкость или добавить информационные характеристики $H_{ИС}$;

– если $C_{ИС}^{(P)}$ справа от $C_{ИС,ОПТ}^{(M)}$; $C_{ИС,2}^{(P)} > \mathrm{C}_{ИС,ОПТ,2}^{(ММ}$, то необходимо изменить параметры, увеличить емкость аккумулятора $E_А$ или уменьшить информационные характеристики – $H_{ИС}$.

4. При заданных и рассчитанных параметрах ИС положение минимума $\beta_{ИС}^{(M)}$ будет определять рекомендованное средство реализации ИС.

І.І. Сальников

Застосування функції вибору при оптимізації параметрів проектованої складної інформаційної системи

Робота присвячена опису методу вибору засобів реалізації телевізійної технічної системи охорони, яка є складною інформаційною системою. Сучасні цифрові засоби дозволяють перенести обробку зображень з метою віднайдення та розпізнавання порушників безпосередньо в телекамеру, яка зі звичайної перетворюється на інтелектуальний телевізійний датчик. У роботі оцінюється складність пристроїв, що входять до складу інтелектуального телевізійного датчика. Розроблений метод вибору засобів реалізації алгоритмів обробки зображень на основі аналізу функції вибору, яка залежить від різноманітних параметрів.

Статья поступила в редакцию 10.07.2008.